Eine weitere neue Art auf das eine Exemplar vom Baikalsee zu begründen, hält der Vortragende für durchaus nicht räthlich, er bedauert jedoch, dass es bisher nicht möglich war, weitere Exemplare zu erlangen und dadurch die Lösung der Frage vertagt zu sehen, und schliesst mit der Bemerkung, dass Pallas bereits ähnlich gefärbte Vögel in Sibirien an getroffen haben müsse, wie aus folgender Note von Pallas hervorgehe: „Feminae in Sibiria saepius totae plumbeo-canescentibus, subtus dilutioris sunt coloris“. —

Golz. Bau. Cabanis, Secr.

Nachrichten.

An die Redaction eingegangene Schriften.

(Siehe Mai-Heft, Seite 239, 240.)

974. Dr. O. Finsch. Monographie der Gattung *Certhiola*. (Aus den Verhandl. d. k. k. zoolog.-botanischen Gesellsch. in Wien, Jahrg. 1871 besonders abgedruckt.) — Vom Verfasser.
975. Bericht über die XVIII. Versammlung der deutschen Ornithologen-Gesellschaft zu Hannover und Hildesheim 8.—10. Juni 1870. Herausgegeben vom Vorsitzenden der Gesellschaft Ferd. Baron Droste. Münster bei E. C. Brunn. — Vom Herausgeber.
976. The Ibis. A Quarterly Journal of Ornithology. Edited by Osbert Salvin. Third Series, Vol. I. No. 3. Juli 1871. — Von der British Ornithologists Union.
977. Gottlieb von Koch. Synopsis der Vögel Deutschlands. Kurze Beschreibung aller in Deutschland vorkommenden Arten. Mit 296 Abbildungen auf 8 Tafeln. Heidelberg, Carl Winter's Universitätsbuchhandlung, 1871. — Vom Verfasser.
978. R. Förtsch. Jahresbericht des Vogelschutz-Vereins zu Elbing. (1871.) — Vom Verfasser.
979. W. v. Nathusius. Ueber die Eischalen von *Aepyornis*, *Dinornis*, *Apteryx* und einiger Crypturiden. Mit Tafel XXV. XXVI. — Nachtrag zu der Mittheilung über die Schale des Ringelnattereies und die Eischnüre. Mit Tafel XXIV. B. [Abdr. aus d. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, XXI. Bd.] — Vom Verfasser.
980. Dr. L. Buvry. Zeitschrift für Acclimatisation. Organ des Acclimatisations-Vereins in Berlin. Neue Folge. IX. Jahrg., 1871, No. I. bis VI. — Von der Gesellschaft.
981. Dr. Theodor Holland. Die Wirbelthiere Pommerns, systematisch geordnet nebst Tabellen zur Bestimmung derselben nach der analytischen Methode. Stolp, 1871, bei C. Schrader. — Vom Verfasser.
982. Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. January—December 1870. — Von der Academie.
983. J. A. Allen. On the Mammals and Winter Birds of East Florida, with an Examination of certain assumed specific Characters in Birds

and a Sketch of the Birds Faunae of Eastern North America. With Five Plates. [Abdr. aus Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College, Cambridge, Mass. Vol. II. No. 3. — Vom Verfasser.

984. Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution, for 1869. Washington, 1871. — Von der Smithson-Institution.

Druck von G. Pätz in Naumburg a/S.

JOURNAL

für

ORNITHOLOGIE.

Neunzehnter Jahrgang.

№ 113. September. 1871.

Zur Bildung des
Brustbeins und Schultergürtels der Vögel.

Von

Wilhelm Lühder.

Ein „natürliches System" ist das Dichten und Trachten der Ornithologen. — Bis jetzt ist es noch Keinem gelungen, dies Ziel zu erreichen, wie Viele auch schon an dem Gebäude gearbeitet haben. Ein „natürliches System" soll eben nicht nach Schnäbeln oder Füssen, oder sonst einem oder einigen Merkmalen zusammengestellt sein, sondern vielmehr alle inneren wie äusseren Kennzeichen nebst der Lebensweise berücksichtigen. Dass eine solche Arbeit für jetzt unmöglich ist, liegt auf der Hand. Es fehlt uns an dem nöthigen Material, und bevor dasselbe in hinreichender Menge beschafft ist, darf an die Ausführung eines derartigen Unternehmens gar nicht gedacht werden. Unsere Hauptaufgabe ist daher vor der Hand, Material zu sammeln, um für die Zukunft zu ermöglichen, was sich in der Gegenwart nicht vollbringen lässt.

Sollte die folgende Abhandlung in ihrer gegenwärtigen Fassung im Stande sein, diesem Zwecke zu dienen und zu dem Gebäude durch diese oder jene Thatsache einen Baustein zu liefern, so würde es mir zur besonderen Freude gereichen. Die Arbeit war nämlich bereits vor Jahresfrist in grösserem Massstabe projectirt, wozu die betreffenden Untersuchungen vorlagen; unvorhergesehene Ereignisse jedoch verhinderten die Ausführung, welche gegenwärtig der äusserst knapp bemessenen Zeit wegen nicht mehr nach dem ursprünglichen Plane erfolgen konnte. Aus demselben Grunde musste auch die Beigabe von Tafeln unterbleiben, was ich

um so mehr bedauere, als die betreffenden Abbildungen in den osteologischen etc. Handbüchern nicht selten recht mangelhaft gezeichnet sind.

Die Untersuchungen wurden angestellt in den osteologischen Sammlungen zu Greifswald und Berlin, zu welchen mir der Zutritt von den betreffenden Directoren, den Herren Geh. Medizinalräthen Professoren Dr. Budge und Dr. Reichert, bereitwilligst gestattet wurde. Ich fühle mich gedrungen, den genannten Herren hier öffentlich meinen Dank auszusprechen.

Die einschlägige, sehr reiche Literatur wurde in gewissenhafter Weise benutzt, soweit sie mir zu Gebote stand; zu meinem lebhaften Bedauern waren mir aber mehrere ausländische Zeitschriften nicht erreichbar. —

Die Fähigkeit der Vögel, anhaltend zu fliegen, beruht in der Entwickelung starker Brust- und Armmuskeln, welche ihrerseits wieder kräftige Stützknochen bedingen. Das Brustbein und der Schultergürtel sind es, die diesem Zwecke dienen, und, um ihm in ausgiebiger Weise dienen zu können, eine theilweise äusserst starke Entwickelung erlangt haben.

Wir können am Vogelbrustbein ein vorderes Episternum, ein mittleres Mesosternum und ein hinteres Hyposternum oder Sternum abdominale unterscheiden, von denen aber das Mesosternum (schlechtweg Sternum genannt) der entwickeltste Knochen ist, während die anderen knorpelig oder ligamentös auftreten und nur zum Theil ossificiren. Das Sternum trägt auf seiner äusseren Fläche eine mediane Knochenplatte, die Crista sterni, und an seinem Vorderende in gelenkiger Verbindung die ungemein entwickelten Ossa coracoidea, die mit den Scapulae und den gewöhnlich zu einer Gabel (Furcula) verwachsenen Claviculae zusammen den Schultergürtel bilden.

Die Formen dieser Knochen und ihre äusserst mannigfachen Veränderungen innerhalb der Vogelklasse sollen in dem Nachstehenden ihre eingehende Behandlung finden.

§. 1.

Das Brustbein.

Die starken Flugmuskeln haben das Sternum der Vögel zu einer im Verhältniss zu den übrigen Vertebraten kolossalen Ausdehnung entwickelt. Dasselbe deckt nicht allein die Brusthöhle

von vorn und unten vollständig, sondern in vielen Fällen auch noch einen grossen Theil der Bauchhöhle. Rücksichtlich der Stellung des Sternums im Vogelkörper ist zu bemerken, dass dasselbe mit der Medianlinie des Körpers einen nach hinten offenen spitzen Winkel bildet, der mit dem Flugvermögen wächst und abnimmt. Eine Ausnahme bilden allerdings die *Struthionidae*, indem bei ihnen der Winkel am grössten (circa 60°) und das Flugvermögen Null ist. Die Gestalt des Sternums ist, in rohen Umrissen gegeben, ein Oblongum mit einem Vorderrand (Margo anterior), zwei Seitenrändern (Margines laterales) und einem Hinterrand (Margo posterior); seine Flächen sind muldenförmig und zwar die äussere convex, die innere concav. Der Grad der Concavität der inneren Fläche ist bedingt durch die Entwickelung der pectoralen Luftsäcke und daher bei guten Fliegern am grössten.

Die äussere Fläche trägt bei allen fliegenden Vögeln in ihrer Medianebene eine vertikal aufstehende dreieckige Knochenplatte, die Crista sterni, welche vorzugsweise den Zweck hat, die Insertionsfläche für die Muskeln zu vergrössern.

Zur Erhöhung der Leichtigkeit besteht das Sternum aller fluggewandten Vögel, besonders der Luftschwimmer, aus zwei dünnen concentrischen Knochenplatten, die, an den vier Rändern verwachsen, einen durch feine Knochenbälkchen wohl gestützten Hohlraum einschliessen, der durch weiter unten zu beschreibende Löcher von den Lungen aus mit Luft gefüllt wird. Durch diese Einrichtung wird an Knochenmasse und somit an Gewicht sehr viel gespart, ohne dass damit der Festigkeit des Ganzen im Geringsten Eintrag gethan wäre. Nähern sich diese Sternalplatten einander, so wird der Luftraum kleiner und kleiner und kann so auf den verdickten Margo anterior und die Vorderenden der Mgs. laterales beschränkt werden, ja sogar, bei völliger Verschmelzung der Platten zu einem massiven Stück, ganz verschwinden.

Auf der äusseren Fläche des Sternums finden sich mehrere Grannen, die die Begrenzung der Flugmuskeln abgeben. Vom Coracoidalgelenk geht nach dem Aussenrande des Sternums die Spina coraco-sternalis, die eine Vertiefung des vorderen äusseren Sternaltheils, aus der der Musc. coraco-sternalis entspringt, nach hinten begrenzt. Sie tritt stark hervor (bei *Phalacrocorax* jedoch fast gar nicht) und bildet einen flachen, bei den *Anatidae* kurzen starken Bogen. Eine zweite Granne, die Spina subclavii, zieht von der Mitte des Coracoidalgelenks entweder

schräg nach der Crista sterni zu, oder läuft dem Margo lateralis annähernd parallel und nähert sich der Crista erst an ihrer Verschmelzungsstelle mit dem Corpus sterni. Sie bildet die seitliche und hintere Grenze des Musc. subclavius, desjenigen Muskels, der nach Magnus*) neben der Hebung des Flügels die Funktion hat, den Vogelkörper in der Luft im Gleichgewicht zu erhalten. Bei Vögeln also, die einen dicken Kopf oder langen Hals haben ohne zugleich in langen Beinen ein Gegengewicht zu besitzen, muss diese Granne besonders stark entwickelt sein, wie wir es auch in der That bei den *Alcae*, vielen *Lamellirostres, Psittacini* etc. finden. Die dritte Granne, Spina pectoralis, die den Musc. pectoralis major et minor nach hinten begrenzt, verläuft vom Endpunkte der Crista nach dem Margo lateralis und fällt, falls die Crista bis an's Ende des Corp. sterni reicht, meist mit dem Margo posterior zusammen.

Die innere Seite des Sternums stellt meist eine glatte Fläche dar, die entweder einfach muldenförmig sein (*Raptatores, Struthionidae, Herodinidae, Procellaridae, Pelecanidae*) oder durch einen quer verlaufenden Sattel in zwei Abtheilungen zerfallen kann: eine vordere Pars pectoralis und eine hintere Pars ventralis, wovon die erste die Eingeweide der Brust, die zweite einen Theil der Baucheingeweide trägt. Die P. ventralis kann nur angedeutet oder bis zu einer halben Mulde entwickelt sein (*Oscines, Clamatores, Zygodactylae, Opisthocomus*, fast alle *Grallatores, Laridae, Podiceps*) oder eine flachere oder tiefere Mulde darstellen, indem das Corp. sterni sich nach hinten wieder erhebt (*Columba, Gallinacei, Rallidae, Lamellirostres, Colymbus, Alcae*). Die Pars pectoralis hat die grösste Tiefe bei denjenigen Vögeln, wo nur sie allein entwickelt ist (ausgenommen die *Brevipennes*). Es ist dies ganz erklärlich, weil hierher scharfe Flieger gehören, bei denen die inneren Luftsäcke einen grossen Umfang besitzen, mithin auch der sie deckende Knochen eine starke Wölbung haben muss. In der Regel liegt die tiefste Stelle am Vordertheile oder in der Mitte der Mulde, bei den *Herodinidae* aber am Ende derselben. Am flachsten ist die P. pectoralis bei denen, die eine vollständig entwickelte P. ventralis haben (bei *Columba* ist der Pectoraltheil noch einigermassen tief); es sind dies gehende, watschelnde oder schwimmende Vögel, von denen das Flugvermögen nur zeitweilig, von manchen fast gar nicht ausgeübt wird, wohl aber eine gute Stütze der Baucheinge-

*) Archiv f. Anat. u. Physiolog. 1868, p. 682 ff.

weide bei ihrer meist massigen Entwickelung und der horizontalen Haltung des Körpers nothwendig erscheint.

Auf die Luftlöcher, welche sich im pectoralen Theil der inneren Sternalfläche finden, werde ich bei Besprechung der Pneumaticität zurückkommen.

Das Verhältniss der Länge des Sternums zu seiner Breite ist ein sehr variables. Grösste Länge mit kleinster Breite gepaart finden wir unter den *Grallatores* bei *Grus cinerea* und *Psophia crepitans*, das umgekehrte Verhältniss unter den *Natatores* bei den *Pelecanidae* und *Procellaridae (Diomedea);* beide Dimensionen in starker Entwickelung dürften nur bei den *Anatidae* und *Colymbus* anzutreffen sein. Im Allgemeinen kann man sagen: das Sternum ist kurz und breit bei guten Fliegern und Luftschwimmern; lang und schmal bei den watenden und in kurzen Distanzen scharf fliegenden Vögeln, die selten und nicht lange in der Luft schweben; lang und breit bei den Läufern, Schwimmern und Tauchern.

Höchst interessante Verschiedenheiten bieten die Ränder des Sternums dar. Zwar schliesslich alle auf einen einheitlichen Grundplan zurückführbar, weichen sie doch in den verschiedenen Ordnungen, Familien und Gattungen so mannigfach davon ab, dass es nicht immer ganz leicht ist, denselben in dem so umgebildeten Sternum zu erkennen. Ich will versuchen, in dem Nachstehenden die Veränderungen, denen die Sternalränder nach meinen Untersuchungen unterworfen sein können, zu entwickeln.

a. Margo anterior.

Der Vorderrand begreift den Theil, der nach vorn und oben gelegen die Verbindung des Sternalkörpers mit dem Schultergürtel- und Episternalapparat vermittelt. Er entsteht durch das Auseinanderweichen der inneren und äusseren Sternalplatte zu einer Verdickung. Auf diese Weise werden zwei Lippen gebildet, eine obere (hintere) und eine untere (vordere), zwischen denen die Rabenbeine artikuliren. Die Oberlippe stellt einen meist stumpfen (oft rechten, selten spitzen) Winkel dar, dessen in der Medianebene liegender Scheitel oft abgerundet erscheint, und dessen Schenkel nach hinten divergiren. Bei der Unterlippe ist der Winkel in der Regel etwas spitzer.

Als ein wichtiges Merkmal setzt sich auf den Scheitel des Unterlippenwinkels ein nach vorn und oben gehender, zum Episternalapparat gehöriger Fortsatz auf, die Spina sternalis (oder Pro-

cessus episternalis), der nur selten fehlt (*Caprimulgus, Struthionidae, Alectorides, Ciconia, Mergus*). Die Bildung dieser Spina ist eine mannigfache. Am einfachsten ist sie bei den *Vulturini, Falco, Strigidae, Cypselus, Trochilus, Procellaria, Platypus, Podiceps,* wo sie entweder ein Knöpfchen oder einen schwachen Stift darstellt; dann durchläuft sie verschiedene Stadien der Entwickelung, indem sie bald stabförmig freistehend ist, wie bei den *Eurylaeminae*; bald nach unten eine grössere oder kleinere Lamina trägt; bald mittelst dieser Lamina ganz mit dem Vorderrande der Crista verschmilzt. Ihre höchste Entwickelung erhält sie als grosser Schnabel mit ausgefurchter First bei *Aquila* und besonders *Colymbus*, und als starke vorstehende Gabel bei den *Oscines* und einigen *Clamatores*. Bei den *Gallinacei* stellt sie eine grosse dreieckige vertikale Platte dar, mit der Basis nach vorn, und ist hier wie bei *Merops*, wo sie eine Dreigabel (mit im Dreieck gestellten Spitzen) bildet, noch dadurch interessant, dass sie die Gelenkfurche der Rabenbeine überbrückt und sich an den Scheitel der Oberlippe anlegt. Eine ebensolche Ueberbrückung führt die Spina bei sonst schwächerer Entwickelung bei *Buceros* aus. Ohne eine derartige Brücke zu bilden zieht sie sich auf die Oberlippe hinüber bei *Picus, Cypselus, Vanellus, Totanus, Scolopax*.*) Auf dem Scheitel der Oberlippe findet sich eine freie Spina nur selten, so bei *Cuculus, Columba, Falco*; sie ist von geringer Entwickelung, bei *Columba* jedoch grösser als die der Unterlippe.

In der Regel ragt die obere Lippe weiter vor, als die untere; eine wirkliche Gleichheit beider Lippen in der Prominenz habe ich selbst bei *Cuculus***) nicht finden können; länger als die obere ist die Unterlippe bei *Colymbus*.***)

Die Furche zwischen beiden Lippen ist zur Gelenkbildung mit Knorpel ausgelegt, ebenso die Unterlippe überknorpelt, weil darauf die Coracoidea mit einer Kante gelenkige Stütze nehmen.

Der oben beschriebene Winkel der Unterlippe steht hinsichtlich seiner Grösse im umgekehrten Verhältniss zur Spannweite der Furcula, ist also am kleinsten bei den Vögeln mit weiter Auslage der Furcularäste, so bei den *Raptatores, Herodinidae, Pelecanidae* etc. Am grössten (fast 180°) dürfte dieser Winkel bei *Colius* sein.

---

*) Bei *Larus*, wo Magnus a. a. O. ein solches Verhalten der Spina angiebt, habe ich es nicht gefunden.

**) Magnus a. a. O. schreibt *Cuculus* Gleichheit beider Lippen zu.

***) Ebenda.

b. Margo lateralis.

Die Seitenränder des Sternums hat Magnus sehr natürlich in drei Abtheilungen zerfällt. Die vordere, von dem Processus lateralis anterior gebildete, die mittlere rippentragende und die hintere, vom letzten Rippengelenk bis zum Ende des Seitenrandes reichende.

Der Processus lateralis anterior, welcher mit seinem Vorderrande noch der Oberlippe des Margo anterior angehört, ist in seiner Ausbildung und Richtung vielen Veränderungen unterworfen. Was zunächst die Ausbildung betrifft, so ist er am schwächsten bei den *Raptatores diurni* (*Falco* ausgenommen), *Trochilus*, *Opisthocomus*; mittelmässig und spitz bei den *Psittacini*; von annähernd derselben Längenentwickelung, aber abgerundet oder abgestutzt, bei den *Alectorides*, *Columbae*, *Scolopacidae*, *Charadriadae*, *Colymbidae*, *Aptenodytidae*. Die *Herodinidae* zeigen mit Ausnahme von *Grus*, wo eine schwächere Ausbildung vorliegt, einen Processus von breiter, unter einem Winkel von 60° zugespitzter Form. Alle Gattungen der *Struthionidae* haben verschieden gestaltete Fortsätze: *Casuarius* hat sie kurz und breit mit stumpfer Spitze, während sie bei *Struthio* schmaler und länger entwickelt und mit schärferer Spitze versehen sind; *Rhea* zeigt schmale, ziemlich lange, am Ende scheibenförmig verbreiterte, *Apteryx* ebensolche Fortsätze mit einfach abgerundetem Ende. Die merkwürdigste, sonst nicht weiter vorkommende Bildung haben die Fortsätze bei *Dromaeus*, wo sie zuerst breit sind, dann schmal und linealisch langfort verlaufen und sich nach innen krümmen. Breit und gerade abgeschnitten bei mittelmässiger Länge ist der Processus bei den *Laridae* und *Procellaridae*; bedeutend länger, nach der unregelmässig abgerundeten Spitze zu allmählich sich verschmälernd, bei den *Lamellirostres*. Gleichfalls lang und breit mit breitem abgerundeten Ende tritt er bei den *Pelecanidae* auf. Die höchste Ausbildung aber erlangt er bei den *Oscines*, *Meropidae*, *Halcyonidae*, *Galbulidae*, *Colius*, *Rhamphastos*, wo schräge Zuspitzung stattfindet, und bei den *Buceridae*, *Momotidae*, *Eurylaeminae*, *Dendrocalaptes*, *Picidae*, *Cuculus*, *Gallinacei*, *Rallidae*, wo er abgestutzt oder stumpf zugerundet erscheint. Dies sind nur kurze Andeutungen der Ausbildungsverschiedenheiten des Processus lateralis anterior; wollte man ihn genau abhandeln, so müsste man mit seinen Bildungen bei den *Oscines* und *Gallinacei* allein schon Bogen füllen.

Die Richtungen, welche der Processus von seiner Basis ab

nimmt, kann man auf vier Normen zurückführen, die mit grösserer oder geringerer Genauigkeit inne gehalten werden. Er geht gerade nach oben und aussen bei den *Raptatores, Caprimulgidae, Cypselidae, Trochilidae, Opisthocomus, Psittacini, Columbae, Casuarius, Apteryx, Rhea, Alectorides, Herodinidae, Anatidae, Laridae, Pelecanidae, Aptenodytes*; nach oben und innen bei *Dromaeus*; nach oben und hinten bei den *Momotidae* und *Musophagidae* (von der Basis aus erst nach vorn und dann nach hinten gebogen); nach oben und vorn endlich bei den *Oscines, Meropidae, Halcyonidae, Buceridae, Eurylaeminae, Galbula, Rhamphastos, Cuculus, Colius, Picidae, Gallinacei, Struthio, Rallidae.*

Im Allgemeinen sind hiernach die Processus laterales anteriores bei Vögeln mit grosser Flugkraft am mässigsten entwickelt und am einfachsten geformt; am stärksten und ausgebildetsten dagegen bei denen, die mit schwachem Flugvermögen versehen sind oder dasselbe nicht häufig benutzen.

Der rippentragende Theil des Margo lateralis entsteht wie der Margo anterior durch Auseinanderweichen der Sternalplatten zu einer Verdickung, wodurch auch hier zwei Lippen gebildet werden (eine innere und eine äussere), die durch Querbalken, die Träger der Rippengelenkflächen, mit einander verbunden sind. Bei vielen Vögeln geht dieser Rippentheil noch ein gut Stück den Hinterrand des Proc. lat. ant. hinauf, so dass sich auf demselben eine bis drei Rippen ansetzen. Die Querbalken verlaufen etwas schräg nach hinten und aussen und bestehen aus zwei an den Enden liegenden Köpfchen und einer verbindenden dünneren Leiste. Das erste oder vorderste Rippengelenk stellt gewöhnlich nur ein einfaches Köpfchen dar. Weil die Rippen sich schräg von hinten und oben kommend auf diese doppelten Gelenkköpfchen setzen, sind dieselben nicht durchaus, sondern nur auf der nach hinten liegenden Seite überknorpelt. Die eigenthümliche Form dieser Rippengelenke gestattet natürlich nur Excursionen des Sternums in der Medianlinie, eine Einrichtung, die für die Ausübung des Flugvermögens von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit ist.

Die Ausdehnung des rippentragenden Theils kann ein Fünftel bis zwei Drittel der Länge des Seitenrandes betragen.

Die beiden rippentragenden Seitentheile können ihrer Richtung nach entweder nach hinten divergiren, parallel laufen, oder convergiren. Divergenz finden wir bei den meisten *Raptatores, Cypselus, Trochilus*; Parallelität bei einigen *Raptatores, Psittacus, La-*

rus etc.; Convergenz, als die häufigste Erscheinung, bei den meisten übrigen Vögeln.

Die Zahl der wahren Rippen jederseits schwankt bei den Vögeln zwischen drei und neun. Ich will die Zahlenverhältnisse mit Zugrundelegung der Magnus'schen Resultate, soweit ich sie richtig befunden, hier tabellarisch darstellen.

Zahl der Rippen.	
3	*Rhea*, wahrscheinlich auch *Dinornis elephantopus.*
4	fast alle *Clamatores*, *Strigidae*, die meisten *Gallinacei* und *Columbae*, *Botaurus*, *Ardetta*, *Apteryx*, *Dromaeus*, *Casuarius.*
5	*Oscines*, *Rhamphastos*, *Picidae*, *Psittacus*, *(rufirostris, leucocephalus, sulphureus, erithacus, aureus)**), *Cacatua moluccensis*, *Opisthocomus*, *Vultur*, *Cracidae*, *Didus*, *Struthio*, *Platalea*, *Tantalus*, *Ciconia*, *Ardea*, *Parra*, *Phoenicopterus*, *Pelecanidae.*
6	*Psittacus*, *(amazonicus, dominicus, ochrocephalus, macao, Melopsittacus)**), *Falco*, *Haliaëtos*, *Gypaëtos*, *Cathartes*, *Porphyrio*, *Platypus*, *Mergus*, *Laridae*, *Procellaridae*, *Aptenodytes.*
7	*Aquila*, *Asturidae*, *Circus*, *Milvus*, *Anthropoides*, *Fulica*, *Cygnus (olor* und *atratus)*, *Lestris*, *Alcae.*
8	*Grus cinera.*
9	*Cygnus musicus.*

Streng genau stimmen die einzelnen Individuen derselben Art hinsichtlich ihrer Rippenzahl nicht immer überein; man muss daher, um das Gesetz zu finden, eine grössere Anzahl von Individuen untersuchen. Mitunter kommt es sogar vor, dass auf einer Seite eine wahre Rippe mehr steht, als auf der andern. Solchem Umstande ist es gewiss auch zuzuschreiben, dass bei Bronn**) auf Taf. V dem *Casuarius galeatus* 5 wahre Rippen statt 4 gezeichnet sind.

Wie die Sternalplatten vor den Rippentheilen zu scharfen Kanten verwachsen waren, schliessen sie sich gleich hinter dem letzten Rippengelenk wieder zu solchen zusammen, die nun bis ans Ende

*) Ich führe nach Magnus die angezogenen Papageien unter dem Gattungsnamen *Psittacus* auf, weil es mir bei einigen nicht möglich ist, sie mit genügender Sicherheit zu erkennen, um ihnen einen entsprechenden neueren Gattungs- und Artnamen beizulegen.

**) Klassen und Ordnungen des Thierreichs etc. VI. Bd. IV. Abthlg.

der Margines laterales gehend die dritte Abtheilung derselben ausmachen. Diese Kanten convergiren nach hinten nur selten (*Haliaëtos*, *Pandion*, *Aquila chrysaëtos*, *Casuarius*, *Dromaeus*), ebenso findet nur selten Parallelität statt (*Gypaëtos, Ardea*): beides in den Fällen, wo der Hinterrand des Sternums ein annähernd solider ist. Die Divergenz ist die am häufigsten vorkommende Richtung und in der Regel um so stärker, je grösser die Convergenz der rippentragenden Abtheilungen war (besonders ausgeprägt bei den *Oscines*, vielen *Clamatores* und *Zygodactylae*, *Rallidae* etc.). In einem Bogen, anfangs divergirend und dann convergirend, bewegen sich die Ränder bei einigen *Psittacini*, *Trogon*, *Sarcorhamphus*, *Apteryx*, einigen *Rallidae*, *Anatidae*, *Podiceps*, *Pelecanidae*, *Aptenodytes*.

Diese dritte Abtheilung des Margo lateralis fehlt gänzlich bei *Gypogeranus*, wo der merkwürdig gebildete Hinterrand gleich hinter dem rippentragenden Theile beginnt.

c. Margo posterior.

Der Hinterrand entsteht durch Verschmelzen der Sternalplatten zu einer meist scharfen Kante, die einem gewissen Plane folgend in ihrer Form mehrfach verändert werden kann. Recht gut kann man diese Veränderungen, von der niedrigsten und complicirtesten Form anfangend, in vier Stadien der Entwickelung bringen, die natürlich ihre Uebergangsformen haben.

Erstes Stadium. Der Rand trägt jederseits der Medianlinie zwei Ausschnitte (Abdominalbuchten) und dem entsprechend zwei Processus laterales posteriores.

Am ausgeprägtesten zeigt sich diese Form bei den *Phasianidae* und *Tetraonidae*, wo die Buchten so gross sind, dass das ganze Sternum in fünf schmale Lappen zerfetzt wird. Beide Buchten (der Einfachheit halber wird nur eine Seite in Betracht gezogen) gehen etwa gleich weit in das Sternum hinein (bis gegen den Rippentheil des Mgo. later. hin), so dass die innere Bucht, weil der Hinterrand einen spitzen gothischen Bogen darstellt, bedeutend grösser ist als die äussere. Dass durch eine solche Entwickelung das Flugvermögen sehr beeinträchtigt ist, liegt auf der Hand. Die Fortsätze, namentlich der äussere, sind an ihrem Ende stark beilförmig verbreitert. Bei den *Cracidae* und *Penelopidae* ist die innere Bucht viel kleiner, so dass sie nicht neben, sondern hinter der äusseren liegt. Ebenso verhält es sich bei *Goura*, wo der innere Processus nur einen kurzen Stift darstellt; bei den übrigen *Columbae* sowie

bei *Pterocles* überbrückt der innere Fortsatz mit seinem beilförmigen Ende die innere Bucht und gestaltet sie zu einem Foramen. Bei *Didus* und *Didunculus* ist auch das Foramen verschwunden.

In einem gerade abgeschnittenen oder schwach gebogenen Hinterrande finden sich zwei Buchten bei den *Meropidae, Coraciadae, Halcyonidae, Podargus, Galbulidae, Rhamphastidae, Trogonidae, Musophagidae, Colius, Picidae, Strigidae* (*Str. flammea* und *Nyctea nivea* ausgenommen, die nur eine Bucht haben), *Platalea, Scolopacidae, Charadriadae, Laridae* (einige *Laridae* haben manchmal eine, manchmal zwei Buchten), *Procellaridae.* Auch hier giebt es noch wieder Unterschiede in so fern, als die äussere Bucht grösser als die innere sein kann oder umgekehrt, oder Gleichheit beider Buchten stattfindet.

Das Grössenverhältniss zwischen Buchten und Sternum schwankt ungemein und dürfte sich schwerlich bei zwei Arten genau gleich stellen. Es mag daher genügen zu sagen, dass bei *Colius* und den *Galbulidae* die Buchten am relativ grössten, bei *Alcedo ispida* am kleinsten sind. Fast alle Arten haben an beiden oder wenigstens an dem äusseren Processus beilförmig verbreiterte Enden, die bei *Alcedo* mit ihren Spitzen so nahe an einander und an das Corpus sterni herantreten, dass nur schmale Spalten offen bleiben. Durch diese letztere Form wird der Uebergang zu den *Momotidae* hergestellt, wo keine Buchten, sondern zwei Foramina über dem Rande vorhanden sind. Die *Scolopacidae* und *Charadriadae*, auch die *Laridae* haben gewöhnlich statt des beilförmigen Endes an dem äusseren Processus eine Erweiterung in Form einer rundlichen Platte. Gleichheit in der Tiefe beider Buchten stellt sich nur selten heraus und dann bei Vögeln mit relativ breitem Brustbein, wie *Alcedo ispida, Coracias, Trogonidae, Laridae, Procellaridae.* Ueberragt wird die äussere Bucht von der inneren bei den *Picidae* und *Platalea*; sonst ist die äussere Bucht die grössere. Der Uebergang zum

zweiten Stadium, in welchem der innere Proc. later. posterior mit dem Corpus sterni verschmolzen ist, wird von den Tauben durch *Didunculus* und *Didus* vermittelt und findet seinen prägnantesten Ausdruck bei den *Crypturi.* Die Bucht nimmt bei ihnen fast die ganze Sternalhälfte ein und lässt von dem Corp. sterni nur einen äusserst schmalen Streifen stehen. Der Processus ist sehr schmal und geht, ohne seine Breite zu verändern, in einem nach aussen gekrümmten Bogen bis dicht an das Ende des

Sternalkörpers heran. Die feste Fläche des Brustbeins ist hier die relativ kleinste von allen fliegenden Vögeln. Den *Crypturi* zunächst folgen die *Rallidae*, welche beide Familien überhaupt die grösste Verwandtschaft zeigen. Die Bucht reicht hier noch nicht ganz bis zur Mitte der Längenausdehnung des Sternums, und der schmale Processus geht entweder in schräger Richtung nach hinten und aussen und zugleich in einem schwachen Bogen nach oben, oder verläuft ähnlich wie bei den *Crypturi*. Mit Ausnahme von *Parra*, wo er nur bis an's Ende des Corp. sterni geht, überragt der Processus dasselbe um ein Beträchtliches und endigt in der Regel in einer scheibenförmigen Verbreiterung. Das Corp. sterni ist an seinem Ende stumpf zugespitzt, nur bei *Parra* sendet es dem Processus kurze schnabelförmige Fortsätze entgegen. Grosse Aehnlichkeit mit den *Rallidae* hat der Margo posterior bei *Aptenodytes*. Der Processus umschliesst hier die tiefe Bucht in flachem Bogen und geht bis nahe an die Medianlinie heran, das Corp. sterni weit überragend. Am gleichförmigsten in der Bildung des Hinterrandes, wie überhaupt der ganzen Knochen, die den Gegenstand dieser Untersuchungen bilden, sind die *Oscines*. Der Rand ist entweder gerade abgeschnitten oder in flachem Bogen abgerundet; die Bucht geht meist bis zu dem Trennungssattel der Pars pectoralis und ventralis vor, reicht also nicht bis zur Mitte der Sternallänge. Der Processus geht schräg nach aussen und hinten, ist schmal und trägt am Ende eine beilförmige Verbreiterung, deren innerem Schnabel vom Ende des Sternalkörpers aus ein ebensolcher entgegensteht. Die relativ kleinste Bucht, oft von unregelmässiger Form, finden wir bei den *Caprimulgidae*, *Epopidae*, *Cuculus*, *Crotophaga*, *Opisthocomus*, *Buceridae*, *Struthio*, *Apteryx*, *Alectorides* (*Psophia* ausgenommen), *Herodinidae* (die *Grues* ausgenommen), *Anatidae*, *Colymbidae*, *Alcae*. Der Processus ist schmal und bogenförmig bei den *Anatidae*, *Colymbidae* und *Alcae*; er nähert sich, die Bucht umschliessend, dem Ende des Corp. sterni, von wo aus ihm ein Schnabelfortsatz entgegensteht, der sich bei den *Anseres* oft, bei *Mergus* stets mit ihm vereinigt. Bei *Podiceps* allein geht er, die Bucht weit offen lassend, ein Stück über das Ende des Corp. sterni hinaus, welches sich hier in zwei kurze und stumpfe, schräg nach hinten gehende Schnäbel theilt. Der Sternalkörper der Tauchenten, *Alcae* und *Colymbus* ist in eine dünne Knochenplatte verlängert, die nur als Hyposternum aufgefasst werden kann. Knorpelig angedeutet ist sie bei vielen Vögeln (wenn sorgfältig skelettirt wird,

wohl bei allen), und auch bei *Colymbus* ist die Verknöcherung noch keine vollständige, wie die vielen Fontanellen beweisen. Die Berandung dieser Hyposternallamina ist eine unregelmässige, gewöhnlich jedoch ungefähr bogenförmige. Bei *Uria grylle* und *Mormon* findet sich merkwürdiger Weise neben der Bucht nach innen noch ein kleines Loch. *Apteryx* hat eine tiefe unregelmässige Bucht und davor im Sternum ein rundes Loch; bei *Struthio* ist die Bucht zwar flach, der Processus ragt aber ein Stück über das Sternalende hinaus. Eine kleine Bucht, verbunden mit einer geringen Ueberragung des Corp. sterni durch den Processus, finden wir bei den *Pelecanidae*, *Herodinidae*, *Palamedea*. Der Seitenfortsatz ist breit, bei den *Pelecanidae* und *Palamedea* nach seinem Ende zu verschmälert, weil die Bucht hier nach hinten breiter wird; bei den *Herodinidae* bleibt er gleich breit und trägt bei *Ciconia* einen kurzen Schnabel nach innen. *Dicholophus* und *Otis* sind einander in der Bildung des Hinterrandes insofern ähnlich, als das Corp. sterni in Form einer stumpfen Spitze vorragt, gegen die der gerade nach hinten gehende, unverbreiterte Processus bedeutend zurück bleibt; bei *Otis* jedoch ist die Verschmelzung des inneren Fortsatzes mit dem Sternalkörper nicht vollführt, und also eine kleine innere Bucht vorhanden. Die übrigen hierher gehörigen Vögel zeigen eine ziemlich gleichmässige Bildung. Der Rand ist in schwächerem oder stärkerem Bogen abgerundet, die Bucht klein (namentlich *Opisthocomus* und *Buceros*), und der Processus in Folge dessen sehr kurz und breit. Sein Ende ist bei *Merops* und *Cuculus* ganz schwach schnabelig gegen den Sternalkörper zu, an welchem letzteren *Merops* jederseits der Medianlinie eine kleine zum Hyposternum gehörige Knochenspitze trägt. Im

dritten Stadium ist auch die letzte Bucht überbrückt und so nur ein Foramen vor dem sonst soliden Hinterrande vorhanden.

Zu dieser Form hinüber führen die *Anatidae* durch die *Anseres*, während die *Psittacini* durch *Sittace (macao* und *ararauna)* mit offener Bucht auf das zweite Stadium zurückleiten. Es gehören hierher die *Eurylaeminae*, viele *Psittacini* und *Raptatores diurni*; constant aber ist die Form nur bei den *Falconidae* und *Eurylaeminae*. Die Adler und Geier haben je nach dem Alter eine kleine Bucht, ein Foramen oder ein solides Sternum; ich möchte wenigstens annehmen, dass allen grossen Raubvögeln bei genügend vorgeschrittenem Alter auch das kleine Foramen aus dem Sternum ganz verschwindet. Völlige Gewissheit über diesen Punkt sich zu

verschaffen, ist schwer, weil die Klugheit und das seltene Vorkommen dieser Vögel die Beschaffung des nöthigen Materials ungemein erschwert. Bei den *Psittacini* liegen die Verhältnisse ganz ähnlich, indem sich bei verschiedenen Individuen derselben Species (*Psittacus erithacus*) ein grösseres oder kleineres Foramen und auch ein ganz solides Sternum zeigt. Der Hinterrand hat bei den *Eurylaeminae* und *Psittacini* meist die Form eines Kreisbogens, bei den *Raptatores diurni* die einer liegenden geschlungenen Klammer (⏞), wenn er nicht, wie bei *Haliaëtos* und einigen *Aquilae*, gerade abgeschnitten ist.

Wenn sich also eine scharfe Grenze zwischen dem dritten und dem vierten Stadium, wo das Sternum ohne Einschnitte und Foramina ist, nicht markiren lässt, so hat doch dieses letztere Stadium auch seine charakteristischen Familien und Gattungen. Es gehören hierher die *Cypselidae*, *Trochilidae*, *Haliaëtos*, *Gypogeranus*, *Casuarius*, *Dromaeus*, *Grues*, *Psophia*, *Talassidroma*, bei denen eine Foramenbildung nicht vorkommt. Der Hinterrand ist hier entweder in starkem Bogen abgerundet (*Trochilidae*, *Psophia*), oder schwach gebogen (*Cypselidae*, *Talassidroma*), oder endlich gerade abgeschnitten (*Haliaëtos*, *Grues*). Die Möglichkeit einer Buchtenbildung ist angebahnt bei *Casuarius* und *Dromaeus*, wo der Hinterrand erst etwas eingezogen und dann in eine stumpfe Spitze verlängert ist. Eine ganz eigenthümliche Form hat der Rand bei *Gypogeranus*: „Er ist zugespitzt, wie die Spitze einer geschnittenen Gänsefeder," sagt Selenka sehr treffend.*) Wie schon oben gelegentlich des Mrg. lateralis bemerkt, beginnt der Hinterrand bei diesem Vogel unmittelbar hinter den Rippengelenken; er nähert sich der Medianlinie zuerst in einem schräg nach hinten und innen gehenden flachen Bogen und fällt dann noch schräger in gerader Linie gegen dieselbe ab. Das Ende der Crista ragt als kurze Spitze vor.

Wir sehen aus dem Vorstehenden, dass die Entwickelung des Hinterrandes mit der des Flugvermögens gleichen Schritt hält (die nicht fliegenden Vögel ausgenommen). Tief ausgeschnitten bei den schlechten Fliegern, verdichtet er sich mehr und mehr, bis er bei den Luftschwimmern völlige oder fast völlige Solidität erlangt.

Die Buchten und Foramina des Sternums sind mit einer starken bindegewebigen Membram ausgefüllt.

---

*) Bronn, Klassen und Ordnungen des Thierreichs etc. VI. B. IV. Abtheil. p. 54.

Die Crista sterni

ist in der Medianlinie der äusseren Sternalfläche vertikal aufgesetzt. Sie ist als eine Aussackung dieser Fläche zu betrachten, indem ihre Seitenflächen sich unmittelbar aus derselben erheben; und zwar allmählich bei den *Raptatores, Herodinidae* etc., in ziemlich scharfen Winkeln dagegen bei den *Natatores* und vielen *Grallatores, Oscines, Clamatores* etc. Ebenso wie das Corp. sterni besteht sie aus zwei (seitlichen) parallelen Platten, die einen mit knöchernen Bälkchen durchsetzten Hohlraum einschliessen. Dieser Raum ist von dem des Sternalkörpers nicht getrennt, und erfolgt sein Verschwinden ganz in derselben Weise, wie bei dem letzteren angegeben. Die allgemeine Form der Crista ist ein Dreieck mit zwei freien Seiten: einem kurzen Vorderrande und einem langen Unterrande. Der von beiden Rändern eingeschlossene Winkel ist die Spina anterior (oder Processus manubrialis), durch deren Form die des Vorderrandes der Crista wesentlich bedingt wird. Es lassen sich die Bildungsverschiedenheiten am besten verfolgen, wenn man die jedesmalige Lage der Spina anterior zum Processus episternalis in's Auge fasst.

Denkt man sich die Spitze der Spina mit dem Ende des Corpus sterni und der Spitze des Processus episternalis verbunden, so schliessen diese Linien einen Winkel ein, der am grössten ist bei *Opisthocomus* (ca. 110°), am kleinsten bei *Mergus* (ca. 25°). Zwischen diesen beiden Extremen giebt es eine Menge Lagen der Spina, die man sich als Resultate einer annähernd parallelen Bewegung derselben zu der Verbindungslinie des Sternalendes mit der Spitze des Proc. episternalis vorstellen kann. Verfolgen wir die Spina auf diesem Wege und sehen wir, welche Veränderungen sie und der Vorderrand der Crista erleiden.

Die Spina liegt, wie gesagt, gegen den Episternalfortsatz am weitesten zurück bei *Opisthocomus*. Der Vorderrand stellt hier einen schräg nach hinten und unten verlaufenden, nach vorn offenen Bogen dar, wodurch der Spina die Form eines kurzen Schnabels ertheilt wird. Bedeutend weiter vorgerückt ist die Spina bei den *Gallinacei*, und springt, weil die Ausschnittscurve des Vorderrandes dem Anfangsstück einer Archimedischen Spirale gleicht, als starker Schnabel (mit der Firste unten) vor. Ganz ähnlich ist die Bildung bei *Psophia* und *Dicholophus*, die sich dadurch schon von *Otis* unterscheiden, indem bei letzterer Gattung die Spina wieder um ein Beträchtliches vorgerückt und abgerundet ist, während der Vorder-

rand nur eine schwache Ausbuchtung zeigt. Die Ausfüllung des Vorderrandes wird vollständig bei den *Strigidae* und *Crypturi*, so dass derselbe hier eine gerade, wenig schräg nach hinten und unten verlaufende Linie darstellt, und die Spina nicht schnabelig ist. Eine wenig weiter vorgeschobene Lage zum Proc. episternalis hat die Spina bei den *Oscines, Caprimulgidae, Momotidae, Musophagidae, Colius, Picidae, Raptatores diurni, Charadriadae, Scolopacidae.* Der Vorderrand durchläuft in dieser Gruppe eine ganze Reihe von Ausfüllungsstadien. Am tiefsten ist er ausgeschnitten bei den *Oscines*, wo er S-förmig und oft sogar, wenn die grosse Lamina des Proc. episternalis etwas scharf absetzt, winkelig erscheint. Von ganz ähnlicher Form, aber lange nicht so tief greifend, ist die Ausbuchtung bei den *Musophagidae*; die Uebrigen zeigen einen, in flachem regelmässigen Bogen ausgeschnittenen Vorderrand, der, besonders schwach gebogen bei den *Momotidae*, bei den *Picidae* zur geraden Linie wird. Die Spina bildet bei den *Oscines*, den meisten *Raptatores diurni*, *Charadriadae*, *Scolopacidae* noch einen kurzen Schnabel, ist aber bei den Uebrigen gewöhnlich rechtwinkelig. Jetzt rückt die Spina in eine zum Proc. episternalis gleich weit vorgeschobene Lage, d. h. die Verbindungslinie der Spina mit der Spitze des Proc. epist. steht vertikal auf der Verbindungslinie des letzteren Punktes mit dem Endpunkte des Sternums. Diese Bildung zeigen die *Epopidae, Alcedo, Rhamphastidae, Cuculus, Trogon, Crotophaga, Galbulidae, Psittacini, Columbae, Scopus, Ardea, Grues, Rallidae*, *Tachypetes.* Sehen wir uns wieder nach der tiefsten Ausbuchtung des Vorderrandes in dieser Gruppe um, so finden wir, dass dieselbe bei *Ardea* und *Trogon* fast zwei Drittel eines Kreises beträgt. Die Spina ist hier wie bei *Cuculus*, wo der Rand etwas mehr ausgefüllt ist, spitz schnabelförmig. Hieran schliesst sich hinsichtlich der Verdichtung des Randes *Galbula, Crotophaga*, welchen zunächst *Alcedo, Balearica*, die *Rallidae*, *Columbae*, *Rhamphastidae* und *Psittacini* folgen. Die Spina ist ganz kurz schnabelig, bei den *Columbae* aber und noch mehr bei den *Psittacini* so vollständig abgerundet, dass man ihre Stelle kaum noch erkennen kann, und der Vorderrand im Bogen in den Unterrand übergeht. Eine ganz ähnliche Abrundung der Spina findet sich bei *Upupa*; jedoch ist bei ihr der Vorderrand nicht bogenförmig, sondern gleich unterhalb des Proc. episternalis spitzwinkelig ausgeschnitten. Gänzlich ausgefüllt zu einer geraden Linie wird der Vorderrand bei *Tachypetes.* Bei *Grus* und *Anthropoides* ist der Rand sogar weit im Bogen

vorgewölbt, und seine Grenze mit dem Unterrand nur als Verwachsungsstelle der Furcularäste mit der Crista markirt. Nach vorn über die Lage des Proc. episternalis hinaus rückt die Spina bei den *Cypselidae*, *Trochilidae*, *Eurylaeminae*, *Meropidae*, *Buceridae*, *Palamedea*, *Ciconia*, *Platalea*, *Anatidae*, *Colymbidae*, *Pelecanidae* (*Tachypetes* ausgenommen), *Alcae*, *Aptenodytidae*; und zwar liegt der tiefste Ausschnitt des Randes bei den *Eurylaeminae*, *Alcae*, *Aptenodytidae*, die sämmtlich eine lange breitgeschnabelte Spina anterior haben. Bedeutend schwächer ist die Ausbuchtung bei den *Meropidae*, *Ciconia*, *Platalea*, deren Spina wie die der *Columbae* abgerundet ist. Einen in ganz flachem Bogen ausgeschnittenen Vorderrand und aus diesem Grunde eine kurzschnabelige Spina haben die *Cypselidae*, *Trochilidae*, *Palamedea*, *Podiceps*; fast geradlinig stellt er sich bei den *Buceridae*, *Anatidae*, *Pelecanidae*, *Colymbus*. Den Grad des Vorrückens der Spina über den Proc. episternalis betreffend, finden wir dasselbe gering bei den *Eurylaeminae*; dann steigert es sich bei den *Meropidae*, *Cypselidae*, *Trochilidae* etc.; nimmt schneller zu bei den *Anatidae*, *Buceridae*, *Colymbidae*, *Pelecanidae*, *Aptenodytidae*, *Alcae*, bis es bei *Mergus* seinen höchsten Grad erreicht, und die Spina einen spitzen Keil bildet.

Der Vorderrand ist dicker wie die übrige Crista, und zwar entsteht diese Verdickung durch Auseinanderweichen der Cristalplatten zu einem jederseitigen Wulst. In der von den beiden Wulsten umuferten Rinne verläuft der Länge nach vom Proc. epistern. nach der Spina anterior eine Granne, die zum Episternalapparat gehört, und durch deren grössere oder geringere Entwickelung die Form des Vorderrandes wesentlich mitbedingt ist. Ist sie schwach, so erscheint der Rand, wie beschrieben, wulstig verdickt (*Raptatores*, *Gallinacei* etc.); bei zunehmendem Hervortreten macht sie zuerst den unteren Theil des Vorderrandes (gegen die Spina hin) schneidig (*Scolopacidae*, *Charadriadae* etc.); später den ganzen Vorderrand (*Oscines*, *Psittacini*, *Anatidae* etc.) und steht dann gewöhnlich mit dem Processus episternalis in enger Verbindung. Mit der Zunahme der Grannenentwickelung stellt sich meist ein allmähliches Verschwimmen der unteren Hälfte der Wulste in den Cristalflächen ein.

Der Unterrand der Crista bietet wenig Bemerkenswerthes. Er stellt eine nach unten convexe Curve dar, deren grösste Krümmung in der Regel in ihrem vorderen Drittel liegt; nur bei *Merops* und *Caprimulgus* ist der hintere Theil der Curve nach unten concav, so

dass hier der Unterrand eine flach S-förmige Gestalt hat. Ein Kreis mit verschiedenen Radien ist die Curve bei *Trochilus, Cypselus, Ciconia,* den kleineren *Scolopacidae* und *Charadriadae* etc. Die kleinste Curbatur zeigt der Unterrand bei *Mergus,* wo er fast geradlinig ist; die grösste bei *Tachypetes.* Nach hinten zu verliert er sich entweder vor dem Ende des Corpus sterni in der äusseren Fläche desselben *(Haliaëtus, Vultur, Neophron, Cygnus, Pelecanidae* mit Ausnahme von *Tachypetes),* oder geht bis in die Nähe des Margo posterior, wo er sich in zwei nach hinten divergirende Aeste theilt, die bis an den Hinterrand laufen. Es wird auf diese Weise zwischen Crista und Margo posterior sterni eine dreieckige gleichschenklige Platte eingeschoben, deren Basis im Sternalrand liegt. Am deutlichsten ausgeprägt finden wir dies Verhalten bei den *Raptatores* (*Gypogeranus, Pandion* ausgenommen); kleiner ist die Platte bei den *Oscines* und den meisten *Natatores;* noch kleiner bei vielen *Clamatores, Zygodactylae, Columbae.* So verschwindet die Platte allmählig, indem sich ihre Seitenkanten einander mehr und mehr nähern und zuletzt parallel werden bei vielen *Clamatores, Gypogeranus, Pandion, Gallinacei,* vielen *Grallatores* etc.

Das Grössenverhältniss der Crista zum Sternum ist ein sehr variables. Die Crista, ein reines Product der Muskelthätigkeit*), wächst mit der Entwickelung und Ausübung des Flugvermögens; sie fehlt daher absolut den nichtfliegenden Vögeln *(Struthionidae),* ist bei anderen, die nur wenig zu flattern vermögen, rudimentär *(Stringops)* und nimmt so zu, bis sie bei den *Trochilidae* und *Cypselidae* die höchste Ausbildung erlangt.

Ein ganz eigenthümliches Verhalten zeigt uns die Crista bei *Grus, Anthropoides* und *Cygnus (musicus).* Sie stellt eine hohle Kapsel dar, die jedoch nicht einfach durch Wegfall der Knochenbälkchen entstanden ist, sondern vielmehr als eine Einstülpung des Vorderrandes in die Crista hinein angesehen werden muss. Es sind nämlich die inneren Wände der Kapsel der äusseren Oberfläche der Crista ganz gleich, dazu die Begrenzungsplatten nicht etwa massiv, sondern von ganz derselben Construction, wie oben der Bau der Crista geschildert wurde. Bei *Cygnus* ist diese Kapsel im ganzen Vorderrande der Crista geöffnet, bei *Grus* und *Anthropoides* dagegen in ihrem Vordertheile durch spongiöses Knochengebilde geschlossen bis auf ein rundes Loch gerade über der Spina an-

*) Im embryonalen Leben ist die Crista bei flugbaren Vögeln entweder gar nicht vorhanden, oder schwach angedeutet.

terior.*) Die Bedeutung solcher Einrichtungen ist folgende: Bei *Cygnus musicus* biegt die Trachea, aus der Brust kommend, über den Margo anterior sterni und die Verwachsungsstelle der Furcularäste in die Crista hinein, macht darin eine Biegung und läuft dann über der Spina anterior heraus am Halse nach oben; bei *Grus* und *Anthropoides* geht sie ebenso aus der Brust den Vorderrand der Crista entlang durch das erwähnte Loch in letztere hinein, macht darin zwei Biegungen (eine nach vorn und eine nach hinten) und kommt durch dasselbe Loch heraus, um am Halse aufwärts zu steigen.

Eine Andeutung dieses merkwürdigen Verhaltens ist auch bei *Cygnus olor* und *Ciconia* gegeben, wo sich unmittelbar unter dem Processus episternalis oder seiner Stelle eine grosse lange, aber nicht tiefe Grube im Vorderrande der Crista befindet. Eine fernere Andeutung zeigt *Balearica* mit tief rinnenförmig ausgehöhltem vorderen Cristalrand.

Das Episternum.

Muskeln und Sehnen können bei den Vögeln in Knochen und Knochen in Ligamente verwandelt werden. Der letztere Fall dürfte beim Episternum eingetreten sein, welches wir nach Harting**) in einer Anzahl ligamentöser Blätter zu erkennen haben, die zwischen Sternum, Coracoideum und Furcula ausgespannt sind. Verlockend ist allerdings der Gedanke, dieses Gebilde nicht als Vertretung von Knochen anzusehen, ein Gedanke, der bis vor kurzer Zeit die Präparatoren der anatomischen Sammlungen bestimmt hat, dasselbe einfach vom Skelett zu entfernen. In Folge dieses Uebelstandes ist das Material ein noch ungemein dürftiges, und kann aus dem Grunde von einer eigentlichen durchgehenden Untersuchung der erwähnten Theile und einer endgültigen Feststellung ihrer Bedeutung wohl kaum schon die Rede sein.

Der Apparat besteht aus vier theilweise verknöcherten Blättern, einem hinteren verticalen, zwei seitlichen, welche letztere mit der Bildung der Furcula ihre Lage ändern, und einem mittleren horizontalen.

---

*) Gute, richtige Abbildungen dieser Verhältnisse s. Bronn a. a. O. Taf. X.

**) Harting, l'appareil épisternal des oiseaux. Utrecht 1864 ist mir leider nicht zugänglich; die Harting's Arbeit betreffenden Citate sind Bronn und Gegenbaur entnommen.

Das hintere Blatt

vermittelt die Verbindung der Furcula mit dem Sternum. Es liegt in der Ebene der Crista sterni und füllt den Raum aus zwischen dem Proc. episternalis, der Verwachsungsstelle der Furcularäste (Tuberculum interfurculare) und der Spina anterior. Gelegentlich des Vorderrandes der Crista wurde einer Granne Erwähnung gethan, die in der Mitte des Randes entlang zieht — sie ist eine Verknöcherung des hinteren Blattes. Weitere Verknöcherungen desselben bildet der Processus epistern. mit seiner Lamina, wenn eine solche auftritt, und eine Lamina, die von dem Tuberculum interfurculare in das Blatt hineingeht (Lamina interfurcularis). Die Grösse des Blattes steht mit der Entfernung der Furcula von dem Vorderrande der Crista in geradem Verhältniss, so dass es in der Verwachsung der Furcularäste mit der Spina anterior verschwindet.

Die Formveränderungen des Proc. episternalis sind bereits oben bei dem Margo anterior sterni behandelt, es würde also hier noch die Lamina interfurcul. hinsichtlich ihrer Form etwas näher zu betrachten sein. Die Lamina ist nicht ausnahmslos vorhanden, vielmehr fehlt sie einer ganzen Reihe von Familien und Gattungen, so den *Trochilidae*, *Steatornis*, *Halcyonidae*, *Meropidae*, *Momotidae*, *Buceridae*, *Musophagidae*, *Colius*, *Galbulidae*, *Psittacini*, *Strigidae*, *Crypturi*, *Alectorides* (*Psophia* nicht), vielen *Anatidae*; ist schwach entwickelt zu einer kleinen rundlichen Platte bei den *Caprimulgidae*, *Coracias*, *Trogonidae*, *Raptatores diurni*, *Columbae*, *Rallidae*, *Charadriadae*, *Scolopacidae*, *Laridae*, *Procellaridae*, *Colymbidae*. Stark, einen ziemlichen Theil des hinteren Blattes verknöchernd, ist die Lamina bei den *Oscines*, *Eurylaeminae*, *Cuculus* und *Psophia*; am stärksten aber entschieden bei den meisten *Gallinacei*, wo sie entweder eine lange schmale Platte (*Crax* etc.) oder ein grosses Dreieck darzustellen pflegt. Die Richtung der Lamina ist in der Regel eine nach hinten gehende; bei den meisten *Oscines* jedoch geht sie nach oben. *Opisthocomus*, *Gypogeranus*, die *Herodinidae* (mit wenigen Ausnahmen) und *Pelecanidae* zeigen uns die Verschmelzung des Tuberc. interfurculare mit der Crista, vermittelt durch das hintere Episternalblatt; und zwar ist die Verwachsung eine syndesmotische bei *Gypogeranus*, den meisten *Herodinidae* und *Phalacrocorax*, eine knöcherne bei *Opisthocomus*, *Grus*, *Anthropoides*, *Pelecanus* und *Tachypetes*. Das Blatt verschwindet hier zu gleicher Zeit, indem sein letzter Rest das Tuberculum unmittelbar mit der Spina

anterior verklebt, resp. verknöchert; nur bei *Opisthocomus* dürfte ein Verschwinden des Blattes in der Verwachsung nicht eintreten, weil die letztere durch eine lange schmale Lamina vermittelt wird, die vom Tuberc. interfurculare zu der Gegend des Proc. episternalis zieht, in der Cristalebene auf der äusseren Sternalfläche nach hinten läuft und so in den Vorderrand der Crista übergeht.

Die Seitenblätter

sind mit dem hinteren Blatte an seiner Vorderkante verwachsen und gehen von da jedes zu dem Coracoid und Furcularast seiner Seite. Sie bilden in Folge dessen mit einander einen Flächenwinkel, dessen Scheitel die (gerade oder krumme) Verbindungslinie des Proc. episternalis mit dem Tuberc. interfulculare ist. Fehlt das hintere Blatt, so fällt der Scheitel in den Vorderrand der Crista *(Ciconia)*; ist das Blatt sehr klein, so kann der Scheitel zum Theil in der vorderen Kante desselben, zum Theil im vorderen Cristalrand liegen *(Psittacus)*. Der Flächenwinkel der beiden Seitenblätter ist am kleinsten bei den Vögeln mit geringster Auslage der Coracoidea und Furcularäste, am grössten bei den Adlern. Auch die Seitenblätter haben eine Verknöcherungsstelle in den Gabelzinken des Proc. episternalis der *Oscines* und einiger *Clamatores*. Eine ausgedehnte Verknöcherung der ganzen Blätter ist von Harting bei *Larus glaucus* beobachtet, freilich nur ein vereinzelter Fall.

Das mittlere Blatt

ist zwischen den Aesten der Furcula ausgespannt. Es ist klein und fehlt häufig. Eine Verknöcherungsstelle hat es nur in wenigen Fällen, so bei *Fulica* und *Podiceps* in Form einer im Winkel der Furcularäste ausgespannten kleinen Knochenlamelle, und bei den Reihern und Rohrdommeln, wo aus dem Scheitel des Furcularwinkels ein Stift aufwärts ragt.

Bei *Dromaeus* zeigt der ganze Apparat die meiste Aehnlichkeit mit dem der Saurier, ohne jedoch Verknöcherungen darzubieten, während bei *Struthio* die Seitenblätter, mit Ausnahme zweier kurzer, zum Margo anterior sterni laufender Ligamente, durchaus verknöchert sind.*)

§. 2.

Der Schultergürtel.

Wie zu Anfang erwähnt, wird der Schultergürtel der Vögel jederseits aus drei Knochen gebildet. Die Scapula liegt parallel

*) Bronn, a. a. O.

der Wirbelsäule auf den Rippen und setzt sich im Schultergelenk mit einem zweiten Knochen in Verbindung, der zum Vorderrande des Sternums zieht und allgemein als Os coracoideum bezeichnet wird. Gleichfalls direct oder durch Bandmasse mit einem kurzen Fortsatz der Scapula verbunden ist der dritte Knochen, der gewöhnlich mit dem der andern Seite zu der Furcula verwächst und mit seinem unteren Ende sich durch Vermittelung des hinteren Episternalblattes mit der Crista sterni in Verbindung setzt. Man hat ihn als Schlüsselbein anzusehen, eine Ansicht jedoch, die nicht immer Geltung gehabt hat. Bertholin, Blumenbach, Nitzsch etc hielten das Coracoid für das Analogon der Clavicula der Mammalien und sahen in der Furcula einen den Vögeln eigenthümlichen Knochen. Auch Cuvier trat anfangs dieser Auffassung bei, bis er sich später von der Unrichtigkeit derselben überzeugte und lehrte, dass man die frühere Clavicula als eminent entwickelten Processus coracoides der Scapula, die Furcula aber als Vogelschlüsselbein anzusehen habe. Geoffroy St. Hilaire, Meckel, Pfeiffer, Gegenbaur schlossen sich dieser verbesserten Cuvier'schen Ansicht an, resp. bewiesen ihre Richtigkeit und die Unhaltbarkeit der früheren. Man sollte somit wohl annehmen dürfen, dass keine Zweifel mehr bestehen könnten; indessen hat in neuester Zeit die alte Deutung wieder einen warmen Vertheidiger gefunden in Bonsdorff*), der ihre Richtigkeit zu beweisen strebt. Ich will nicht näher auf die Schrift selbst eingehen, nur Bonsdorff gegenüber noch bemerken, dass das Schultergelenk der Wirbelthiere aus Scapula und Coracoid gebildet wird, ohne Betheiligung der Clavicula. Es liegt kein Grund vor, Theile, die in schönster Ausbildung an der richtigen Stelle vorhanden sind, gewaltsam anders zu deuten.

Durch die Aneinanderlagerung der Schulterknochen wird ein von oben nach unten führender kurzer Kanal gebildet, der mit dem Namen Foramen triosseum belegt worden ist.

a. Scapula.

Das Schulterblatt der Vögel ist sehr einfach gebaut. Es stellt einen schmalen, platten und oft sehr langen, säbelförmigen Knochen dar, der, wie schon gesagt, mit der Wirbelsäule parallel laufend, den Rippen sich auflagert. Hieraus erhellt schon, dass es in der

*) E. J. Bonsdorff, Kritik der allgemein angenommenen Deutung der Furcula bei den Vögeln. Leipzig 1869. (Separatabdruck aus d. Acten d. wissenschaftl. Gesellsch. zu Helsingfors.)

Medianebene (oder vielmehr parallel zu derselben) eine nach oben convexe Curve bilden muss. Diese Krümmung ist meist eine unerhebliche (am stärksten bei den *Laridae*) und kommt allen Vögeln zu; eine zweite aber, annähernd vertical zur Medianebene und mit der Concavität nach aussen (nach der Seite) tritt nicht so allgemein auf, erreicht dafür aber auch bei einer Menge von Vögeln einen viel höheren Grad. An die Entwickelung dieser letzteren Krümmung lassen sich die Hauptformunterschiede der Schulterblätter anknüpfen, wobei man die Krümmung in der Medianebene als selbstverständlich nicht weiter hervor zu heben braucht.

Ganz gerade oder fast ganz gerade (abgesehen also von der gemeinsamen Krümmung) ist die Scapula bei *Picus*, *Pterocles* und den *Struthionidae*. Bei *Pterocles* ist das verbreiterte Ende (mit Ende oder Spitze ist der hintere Endpunkt der Scapula gemeint) stumpf abgeschnitten, bei *Picus* und *Struthio* dagegen rechtwinkelig nach aussen umgeknickt. Wenig gekrümmt, breit, mit spatelförmigem, abgerundeten Ende ist der Knochen bei *Caprimulgus*, *Otis*, *Aptenodytes*, namentlich bei letzterem Vogel sehr breit; bei *Coracias* dagegen läuft er in derselben Curbatur schmal, nur in der Mitte wenig verbreitert, und sehr spitz aus. Stärker krümmt er sich bei den *Herodinidae*, *Psophia*, *Rallidae*, *Anatidae*, *Laridae* und *Pelecanidae*. Die Krümmung kann hier noch ein regelmässiger Bogen genannt werden, mit dem kleinsten Radius bei *Psophia*. In ihrem Verlaufe gleich breit bleibend oder doch nur ganz gering sich in der Nähe des Endes verbreiternd, geht die Scapula in dieser Gruppe in eine meist stumpfe Spitze aus. Am verbreitetsten ist eine vierte Form, in der der Knochen zwei Drittel seiner Länge gerade verläuft und dann schwächer oder stärker nach aussen geknickt erscheint. Stets ist er gegen die Knickungsstelle hin stark verbreitert und geht spitz aus bei den *Oscines*, vielen *Clamatores* (*Alcedo* hat die stärkste Knickung), vielen *Zygodactylae*, *Raptatores*, *Columbae*; stumpf dagegen unter Bildung einer Endscheibe bei den *Gallinacei*, *Palamedea*, *Dicholophus*. *Opisthocomus* zeigt ganz die Bildung der letztgenannten Vögel, nur liegt bei ihm die Knickung nicht im zweiten, sondern im ersten Längendrittel.

An das Ende des Schulterblattes, namentlich wenn dasselbe ein stumpfes ist, setzt sich bei vielen Vögeln als Verlängerung ein Knorpelstück an, welches ich als Os suprascapulare (Cartilago suprascapularis) deuten zu müssen glaube.

Am Gelenkende, wo die Scapula stets am dicksten ist, haben

wir zwei Fortsätze zu unterscheiden, einen nach innen gehenden, der dem Acromion der Mammalien entspricht, und einen nach aussen gehenden, der überknorpelt ist und die hintere Hälfte der Schultergelenkpfanne bildet. Zwischen beiden Fortsätzen ist der Knochen gerade abgeschnitten und mit dem Os coracoideum verwachsen.

Die Länge der Scapula wächst mit dem Flugvermögen; sie ist am kleinsten bei den *Struthionidae,* am grössten bei *Cypselus* und den *Trochilidae.*

Von einer Spina ist auf dem Schulterblatte der Vögel keine Andeutung gegeben; man kann aber der Anlagerung der Muskeln nach wohl den dorsalen-medianen Rand als eine solche ansehen*), wofür auch die Verlängerung desselben in das Acromion spricht.

b. Os coracoideum.

Gegenbaur**) hat nachgewiesen, dass die rechtwinkelig mit einander verbundenen Schulterknochen, Scapula und Coracoid, bei den Vögeln als ein Skelettstück anzusehen seien analog der Bildung bei den Mammalien; und in der That gehen, wenn knöcherne Verwachsung stattfindet (häufig ist sie syndesmotisch), die Hohlräume beider Knochentheile (falls beide pneumatisch sind) ohne Trennung in einander über. Wir haben also in dem Coracoideum unzweifelhaft den Proc. coracoides der Scapula vor uns; die Beschreibung seiner Bildung ist jedoch einfacher, wenn man es nicht von der Scapula aus, sondern selbstständig betrachtet.

Das Coracoid ist der weitaus stärkste Knochen des Schultergürtels. Es ist in der Mitte rundlich, an seinem hinteren (unteren) Ende, welches zum grössten Theil überknorpelt in der Gelenkrinne des Margo anterior sterni artikulirt, stark verbreitert, ja oft mit einem nach aussen gehenden Flügel versehen. Gegen das Schulterende hin verdickt es sich mehr und verbreitert sich zu gleicher Zeit unter Bildung dreier Fortsätze. Vom Sternalende aus treffen wir zuerst auf den „inneren Haken“, dem gegenüber auf der äusseren Seite, etwas mehr nach vorn, die Tuberositas humeralis sich befindet, welche, auf ihrer oberen Seite überknorpelt, die vordere Hälfte der Schultergelenkpfannne bildet. Das äusserste vordere Ende, welches mit dem Furcularast in mitunter

*) Bronn, a. a. O. p. 63.

**) Untersuchungen z. vergl. Anat. der Wirbelthiere. 2. Heft. Leipzig 1865.

gelenkige Berührung tritt, stellt die kolbige, abgerundete und in vertikaler Richtung verbreiterte Tuberositas furcularis dar. Die Verbindungsstelle mit dem Schulterblatt liegt zwischen dem „inneren Haken“ und dem inneren Ende der Tuber. humeralis, also nicht am vordersten Ende des Coracoids, sondern ein ziemliches Stück rückwärts. Der „innere Haken“ muss seiner Bedeutung wegen etwas näher betrachtet werden.

Der Haken fehlt nirgends ganz, obwohl er zuweilen sehr schwach entwickelt sein kann (*Oscines*, einige *Clamatores*, *Gallinacei*, *Pelecanidae*). In der Regel geht er in Form eines platten Knochenstiftes in das Seitenblatt des Episternums hinein und reicht bei *Opisthocomus*, den *Psittacini* und *Strigidae* bis an den Furcularast. Bei den meisten Vögeln trägt er an seinem hinteren (unteren) Rande eine allmählig in den Körper des Coracoids verlaufende Lamina, die bei den grossen Tag- und Nachtraubvögeln, den *Struthionidae*, einigen *Rallidae*, den grösseren *Laridae* und *Procellaridae*, *Aptenodytes* durch ein Foramen zum Theil von dem Coracoid abgetrennt ist. Bei *Otis* ist von der Lamina nur das hinterste (unterste) Stückchen vorhanden, welches dem „inneren Haken“ als kleine Spina entgegenragt. Am stärksten ist die Lamina bei *Struthio*, wo sie den grössten Theil des Episternalseitenblattes ossificirt (s. oben beim Episternum). Dass diese Knochenbildung dem Coracoid nicht angehört, haben Gegenbaur und Selenka*) nachgewiesen; es ist also der „innere Haken“ des Coracoids nebst seiner Lamina als Verknöcherungsstelle des seitlichen Episternalblattes anzusehen und gehört somit zum Episternum.

Das sternale Ende des Coracoids ist am wenigsten verbreitert bei den *Trochilidae* und *Aptenodytes*; etwas mehr bei den *Oscines*, *Halcyonidae*, *Colius*, *Gallinacei*, *Dicholophus*; nimmt dann an Breite zu bei den *Raptatores*, *Podiceps*, *Struthionidae*, *Anatidae*, den meisten *Clamatores* und *Zygodactylae*, den meisten *Grallatores*, *Laridae*, *Colymbus*, bis es bei den *Procellaridae* (*Procell. glacialis*) seine grösste Breite erlangt. Dieses Ende ist ziemlich dünn, indem der Knochen von vorn nach hinten allmählig an Dicke abnimmt. Stets ist das hintere Ende von innen und aussen etwas schräg nach hinten abgeschnitten, so dass zwei Kanten entstehen, die zu einander sehr verschieden grosse Winkel bilden können, und von denen die innere verdickte und überknorpelte sich mit einer mittleren Leiste

*) Bronn, a. a. O.

gelenkig in die Rinne des Margo anterior sterni und mit dem unteren Rande auf die Unterlippe desselben setzt. Die äussere Kante ragt frei und bildet meist den hinteren seitlichen Rand eines dünnen Knochenflügels, der aus einer starken Verbreiterung des sternalen Coracoidalendes resultirt. Dieser Flügel ist schnabelig nach vorn gebogen bei *Caprimulgus*, *Coracias*, *Colymbus* etc., mit einer Spitze gerade nach aussen gehend bei den *Scolopacidae*, *Charadriadae*, *Rallidae*, *Anatidae*, *Laridae* etc., breit und abgerundet bei *Otis*.

Merkwürdig ist das Verhalten der Sterno-Coracoidalgelenke bei *Trochilus* und *Opisthocomus*. *Trochilus* hat nämlich keine Rinne in dem Margo anterior, sondern die Coracoidea artikuliren in Kugelgelenken auf dem abgerundeten Rande; bei *Opisthocomus* sind die Coracoidea an ihrem hinteren Ende unter sich und mit dem Sternum knöchern verwachsen.

Das längste und zugleich schwächste Coracoid haben die *Oscines*, *Rhamphastidae*, *Colius*, *Picidae*, *Pelecanidae*; von mittlerer Entwickelung nach Länge und Stärke ist es bei den meisten *Clamatores* und *Zygodactylae*, *Columbae*, *Gallinacei*, *Herodinidae*, *Anatidae*; kurz und stark haben es die *Macrochires*, *Raptatores* (besonders *diurni*), *Struthionidae*, viele *Grallatores* und *Natatores* (bei *Aptenodytes* ist es am stärksten überhaupt).

Die inneren Spitzen der sternalen Coracoidalenden betreffend, ist zu bemerken, dass dieselben einen kleinen Abstand von einander behalten können (*Ciconia*, *Pelecanidae* etc.), oder sich in der Medianebene berühren (*Laridae*, *Anatidae* etc.), oder endlich, wie bei den Reptilien und Amphibien, über einander greifen. Der letztere Fall tritt ein bei *Dromaeus* und in geringerem Grade bei den *Raptatores diurni*, *Ardea*, *Platalea*.

Auf der Oberfläche des Coracoids sind zwei Muskelgrannen hervorzuheben. Die Spina coraco-brachialis beginnt auf der äusseren (unteren) Fläche der sternalen Verbreiterung und läuft das Coracoid aufwärts, wo sie allmählig verschwindet. Sie bildet die Verlängerung der Sp. subclavii des Sternums und begrenzt den Musculus coraco-brachialis longus nach innen und den M. subclavius nach aussen. Die Spina coraco-sternalis begrenzt den M. coraco-sternalis nach aussen und oben und fällt gewöhnlich mit dem vorderen (oberen) Rande des Flügels der sternalen Verbreiterung des Coracoids zusammen.

c. Clavicula.

Die Schlüsselbeine der Vögel verwachsen in der Regel in der Medianlinie mit einander zu der Furcula. Eine Ausnahme machen die *Rhamphastidae*, einige Papageien aus den Gattungen *Psittacula, Platycercus, Pezoporus, Melopsittacus,* ferner *Dromaeus* und *Casuarius,* indem bei den beiden Struthioniden die Claviculae nur als innere Fortsätze der Schulterblätter auftreten, bei den *Rhamphastidae* und Papageien zwar selbständige Knochen bilden, aber spitz gegen die Crista hin verlaufen, ohne sich zu erreichen. Wiederholt ist bald diesem, bald jenem der kleinen Papageien die Clavicula abgesprochen worden; ich habe sie aber gerade bei denen, wenn auch mitunter sehr rudimentär, vorgefunden und nur bei *Psittacula passerina* und *Melopsittacus undulatus* vermisst, bin aber keineswegs der Meinung, dass sie diesen beiden Vögeln nun wirklich fehle, sondern glaube vielmehr, dass das Nichtvorhandensein auf Rechnung fehlerhaften Skelettirens zu schieben sei. Selenka*) hat diese Ansicht bereits ausgesprochen und ich bin überzeugt, dass spätere Untersuchungen sie bestätigen werden. *Struthio* fehlt die Clavicula gänzlich.

Die Furcula setzt sich entweder mittelst ihrer freien Enden syndesmotisch stumpf an das Acromion (*Musophagidae, Opisthocomus, Galbulidae, Aquila, Sarcorhamphus, Cathartes, Gypogeranus, Crypturi*) oder geht, sich dicht anlegend, an der Innenseite daran entlang in der Richtung der Scapula aufwärts (*Oscines, Trochilidae, Coracias, Upupa, Halcyonidae, Eurylaeminae, Colius, Trogonidae. Rhamphastidae, Picidae, Palamedea* — bei *Psophia* und *Dicholophus* setzt sie sich aussen nach dem Foramen triosseum zu an das Acromion *Ciconia, Scolopacidae, Charadriadae, Anatidae, Colymbidae*) oder ist endlich durch längere oder kürzere Ligamente mit dem Acromion verbunden. Die Verbindung der Furcula mit der Crista erfolgt durch das Episternum in bereits geschilderter Weise. An die Tuberos. furcularis des Coracoids legt sich die Clavicula entweder nur leicht an, oder verdickt sich unterhalb derselben und tritt mit ihr theilweise in gelenkige Verbindung (*Cypselus, Caprimulgus, Musophagidae, Raptatores, Pelecanidae,* angedeutet bei *Cuculus, Columbae, Alcae*).

Die einfachste Form des freien Endes der Clavicula ist geringe Verbreiterung und spitze Endigung (*Trochilidae, Musophagidae, He-*

*) Bronn, a. a. O.

rodinidae, Scolopaeidae, Charadriadae, Anatidae, Laridae, Pelecanidae, Colymbidae, Alcae). Manchmal findet sich an der Berührungsstelle mit dem Coracoid ein kleines vorderes Tuberculum, welches zu einer zweiten Form führt, wenn es zu einem wirklichen coracoidalen Fortsatz entwickelt ist *(Meropidae, Halcyonidae, Galbulidae, Trogonidae, Colius, Crypturi).* Durch Ausfüllung der so gleichsam gebildeten Gabel entsteht eine dreieckige Endplatte, deren freie Ecken gegen Coracoid und Scapula hinweisen *(Oscines, Opisthocomus, Eurylaeminae, Rhamphastidae, Certhiadae, Picidae).* Geht die Ausfüllung noch weiter, so bildet sich eine rundliche Scheibe am Clavicularende *(Caprimulgus, Coracias, Epopidae, Cuculus, Buceridae, Psittacini, Columbae, Gallinacei, Alectorides, Rallidae)*, die sich bei den *Raptatores* zu einem nach hinten gebogenen Schnabel ausdehnt.

In ihrem ganzen Verlaufe gerade sind die Furcularäste nur bei *Opisthocomus,* wo sie in einem spitzen Winkel zusammentreffen; sonst erleiden sie in der Regel eine doppelte Krümmung, einmal nämlich in der Medianebene (es ist hier die Projection des Furcularastes auf die Medianebene gemeint) und dann in der durch sie selbst bestimmten Fläche. Die letztere Krümmung kann in fünf verschiedenen Formen auftreten: 1. Die Aeste sind nur wenig gebogen und treffen unter einem spitzen Winkel zusammen, dessen Scheitel mitunter etwas abgerundet sein kann *(Trochilidae, Musophagidae, Strigidae, Gallinacei, Psophia, Dicholophus, Herodinidae, Rallidae, Pelecanidae, Colymbidae, Aptenodytes).* 2. Die Aeste convergiren langsam und vereinigen sich zu einem Kreisbogen *(Otis, Palamedea, Laridae, Procellaridae).* 3. Die Aeste laufen die Hälfte ihrer Länge parallel und treffen zu einem gothischen Bogen zusammen *(Oscines, Eurylaeminae, Psittacini, Picidae).* 4. Sie laufen gut zwei Drittel ihrer Länge parallel und kommen zu einem Halbkreis zusammen *(Meropidae, Halcyonidae, Momotidae, Galbulidae, Cuculus, Trogonidae, Colius, Columbae, Scolopacidae, Charadriadae, Anatidae, Alcae).* 5. Die Aeste divergiren vom acromialen Ende an erst ein Stückchen, wenden sich dann und bilden von der Wendestelle an zusammen einen Halbkreis *(Buceridae, Raptatores diurni, Crypturi).*

Die Krümmung in der Medianebene ist entweder eine einfach bogenförmige oder eine S-förmige. Der Bogen ist, mit alleiniger Ausnahme der *Psittacini,* wo er nach hinten geht, nach vorn convex. Bei den *Columbae*, *Gallinacei* und *Rallidae* (*Parra* ausgenommen) ist er am schwächsten, durchläuft dann verschiedene Krümmungs-

grade und ist am stärksten bei den grossen Tagraubvögeln, *Cygnus musicus*, *Colymbus* und *Aptenodytes*, indem er hier gegen die Verwachsungstelle der Aeste hin wieder aufwärts steigt bis in die Nähe des Proc. episternalis. Bei den Vögeln mit S-förmigen Aesten sind die letzteren mit dem oberen (acromialen) Drittel nach vorn concav und in dem übrigen Laufe nach vorn convex (*Oscines*, *Eurylaeminae*, *Picidae*, *Certhiadae*), nur bei den meisten *Herodinidae* und *Pelecanidae* findet genau das Umgekehrte statt.

Gewöhnlich ist die Furcula rundlich und nur gegen die freien Enden hin von aussen nach innen abgeflacht; bei mehreren Familien jedoch ist sie in ihrem ganzen Verlaufe plattgedrückt (*Coracias*, *Momotidae*, *Meropidae*, *Halcyonidae*, *Galbulidae*, *Musophagidae*, *Psittacini*, *Raptatores*, *Otis*, *Palamedea*, *Colymbus*, *Aptenodytes*) und bei einigen sogar windschief gedreht (grosse *Raptatores diurni*, *Otis*, *Palamedea*).

Der Abstand des Tuberculum interfurculare von der Crista ist ein sehr verschiedener. Am weitesten sind beide Punkte von einander entfernt bei *Opisthocomus* und am nächsten liegen sie sich natürlich bei den Vögeln, deren Furcula mit der Crista verwachsen ist (s. Episternum). Sehr nahe, fast bis zur Berührung geht die Furcula der *Rhamphastidae*, *Strigidae* und einiger *Rallidae* und *Procellaridae* an die Crista heran, so dass man oft glauben möchte, es fände wirklich syndesmotische Verwachsung statt.

§. 3.

Die Pneumaticität.

Beim Vogel erweitern sich einzelne Lungenbläschen zu Säcken, die sich zwischen die Eingeweide lagern und sogar Ausläufer in die Knochen senden.*) Diese Einrichtung hat die doppelte Folge, dass einmal die in grosser Menge eingeathmete und theilweise in die Knochen gestrichene Luft auch bei der Exhalation noch weiter rücksichtlich ihres Sauerstoffgehalts ausgenutzt wird (doppelte Athmung), und zweitens die Knochen, ohne an Festigkeit zu verlieren, ein bedeutend geringeres Gewicht erlangen, was das specifische Gewicht des ganzen Vogelkörpers erniedrigt und somit die Flugfähigkeit wesentlich fördert. Dazu kommt, dass die Knochenluft beim Durchstreichen der Lungen vorgewärmt, also dünner und leichter als die atmosphärische ist. Wilbrand**) meint, dass auch

*) Bronn, a. a. O.

**) Handbuch der vergl. Anat. Darmstadt 1838.

die relativ stärkere Stimme der Vögel mit den bedeutenden im Körper aufgespeicherten Luftmengen in Zusammenhang zu bringen sei.

Die pneumatischen Knochen können entweder hohle Blasen darstellen oder, wie es bei Brustbein und Schultergürtel der Fall, im Innern (wie bereits mehrfach geschildert) mit Knochenbälkchen durchzogen sein. Meistens sind die Knochen so dünnwandig, dass man schon von aussen die Hohlheit und zellige Struktur erkennt; das sicherste Kennzeichen jedoch für die Pneumaticität bleiben die ein- und ausführenden Oeffnungen. Diese liegen meist an der Körperseite der Knochen und an besonders vertieften und gedeckten Stellen. Bei langen Knochen, wie die des Schultergürtels, liegen sie an den Enden. Ihre Gestalt anlangend sind sie rundlich, mit glatten, abgerundeten Rändern. Bei jungen Vögeln sind die später pneumatischen Knochen noch mit Mark gefüllt, welches erst nach und nach, wie Nitzsch*) beobachtete, von den einführenden Oeffnungen aus beginnend, resorbirt wird, um den eindringenden Lungenbläschen Platz zu machen.

a. Pneumaticität des Brustbeins.

Das Sternum finden wir durchaus pneumatisch bei allen guten Fliegern, theilweise Luft enthaltend bei Läufern und Schwimmern, luftlos bei den Tauchern, denen ein lufthaltiger Knochen von solcher Grösse die Ausübung ihrer Tauchfähigkeit wenn nicht unmöglich machen, so doch sehr erschweren würde. Die einführenden Luftlöcher liegen in der Regel auf der inneren Fläche (*Ciconia* hat in dem ausgehöhlten Obertheil des vorderen Cristalrandes, *Merops* in der Dreigabel des Proc. episternalis einige Luftlöcher und bei *Coracias* führt zwischen den Coracoidalgelenken ein Loch in den Margo anterior) und sind in zwei Linien gruppirt, wovon die eine median von vorn nach hinten, die andere quer in der Nähe des Margo anterior und im Bogen nahe den Marg. laterales bis zum Ende des rippentragenden Seitentheils verläuft. Beide Linien schneiden sich also in der Medianlinie, welche Stelle wir der Kürze halber als „Kreuzpunkt" bezeichnen wollen.

Die Oeffnungen können nun bei den einzelnen Gattungen in beiden Linien auftreten, oder nur in der Bogenlinie, oder auf den Kreuzpunkt beschränkt sein. In der Mittellinie allein finden sich die Löcher selten (*Otis*). Ausserdem können aber noch einige Löcher

*) Osteographische Beiträge z. Naturgesch. d. Vögel. Leipzig 1811.

an der Innenfläche des Proc. later. anterior hineinführen (*Caprimulgus, Cuculus, Picidae, Psittacini,* die grösseren *Raptatores, Columbae, Herodinidae).*

Nur ein einführendes Loch, welches im Kreuzpunkt steht, weisen die *Cypselidae, Epopidae,* grösseren *Scolopacidae* und *Charadriadae*, die Schwimmenten, *Mergus*, *Laridae* auf, und zwar führt dasselbe bei *Mergus* und den grösseren *Laridae* in den vorderen Cristalrand und lässt das übrige Sternum luftlos, während es bei den kleinen *Laridae,* den *Scolopacidae* und *Charadriadae* nur in einen ganz kurzen Blindsack geht.

Auf die Mittellinie beschränkt sind die einführenden Löcher, wie gesagt, bei *Otis.* Sie stehen spärlich und sind so klein, dass sie mit den weiten Lufträumen der dicken hohen Crista und des Sternums in gar keinem Verhältniss stehen.

Wenn die Luftlöcher in der Bogenlinie allein stehen, so findet sich im Kreuzpunkt entweder ein besonders grosses Loch oder doch eine starke Anhäufung kleinerer (*Caprimulgus*, *Strigidae*, *Cygnus musicus)*; bei *Phalacrocorax* jedoch steht im Kreuzpunkt kein Loch und nach den Seiten hin nur sehr wenige und kleine.

Bei den meisten Vögeln stehen die Löcher in beiden Linien, doch ist die Dichtigkeit des Vorkommens und die Vertheilung nicht überall gleich. Am spärlichsten sind sie bei den *Gallinacei*, wo nur an der tiefsten Stelle der Pars pectoralis und in der Nähe der Proc. later. anteriores einige wenige Löcher stehen. Etwas dichter sind sie gestellt bei den *Oscines*, einigen *Clamatores, Psittacus,* den kleinen *Raptatores diurni, Columbae* und meistens befindet sich dann im Kreuzpunkt ein grösseres Loch, bei *Psittacus* sogar deren zwei. Ein grosses Loch in der Nähe jedes Proc. later. anterior und dazu einige kleine in der Mittellinie finden sich bei den *Picidae.* Eine ziemliche Anhäufung in der Mittellinie, geringer dagegen in der Bogenlinie, beobachten wir bei den *Herodinidae;* bei *Ciconia* können allerdings die Löcher der Mittellinie auch sehr oft in quergezogene Gruben verwandelt werden, und bei *Ardea* stehen die Löcher nur im tiefsten Theile der Mulde. *Grus* hat, der Trachea in der Crista wegen, eine erhabene Mittellinie, die Löcher liegen deshalb zu beiden Seiten derselben, weil sie nur an vertieften Stellen vorzukommen pflegen. Bei den *Anseres* und *Cygnus olor* überragt die Dichtigkeit der Lochstellung in der ganzen Bogenlinie die der Mittellinie bedeutend. Im Kreuzpunkt steht ein grosses Loch. Die regelmässigste und vollkommenste Entwickelung hat das